

Quelques questions posées

- Persistance, Flux de gènes ?
- Transferts Plante Microorganismes ?
- Impact sur Organismes Cibles ?
- **Impact sur Organismes Non Cibles ?**
- Impact sur la conduite de la culture....?
- Impact sur les processus biochimiques ?
- Impact sur la santé humaine et animale ?

Qui sont les ONC ?

(Organismes Non-Cibles, NTO en anglais)

Vertébrés
(HOMME)

Oiseaux

Poissons (rivières, estuaires...)

Mammifères sauvages

Qui sont les ONC ?

Invertébrés

Faune du sol

Organismes aquatiques

Arthropodes non-cibles

- Saprophytes
- Ravageurs non ciblés par la ou les toxines
- Ennemis naturels des ravageurs
- Pollinisateurs et consommateurs de pollen
- Indicateurs de qualité de l'environnement

Qui sont les ONC ?

(Organismes Non-Cibles, NTO en anglais)

Faune du sol

Icoz & Stotzy, 2008. Fate and effects of insect-resistant Bt crops in soil ecosystems. Soil Biol. Biochem. 40, 559-586. (**70 références**)

Ref.: Carpenter, 2011. Impacts of GM crops on biodiversity.
www.landesbioscience.com (**155 références**)

Qui sont les ONC ?

(Organismes Non-Cibles, NTO en anglais)

Faune du sol

Country	Organism	Species	Location	Experimental	Crop	Event	Comparison	Effect	Reference
Germany	encl	<i>albidus</i>	laboratory	epi		MON880 (Cry3Bb1)	no-choice ... of Bt or non-Bt near isoline	no significant differences for ... significantly higher survival and significantly lower ... Cry1Ab, likely to be caused by differences in plant	11
US	soil microbes			microbial community function by quantification of extracellular enzymes	Corn	MON863 (Cry3Bb1)	Bt, non-Bt near isoline	no appearance of saprophytic microbial communities of soil decaying roots	11
				numbers of culturable aerobic bacteria and activity of and nitrogenase enzymes and	Corn	event 176 (Cry1Ab), MON810 (Cry1Ab)	and non-isoline	the presence of maize did not cause in a general the populations of the soil or its activity community	11
US	earthworms	<i>Aporrecta caliginosa</i> , <i>trapozoides</i> , <i>tuberculata</i> , <i>Lumbricus</i>		biomass of juveniles and	Corn	MON810 (Cry1Ab), MON810 (Cry1Ab), MON863 (Cry3Bb1)	MON810 ... non-Bt near isoline MON863 and non-Bt near isoline with and without insecticide treatment	no significant differences in biomass of juveniles	120
China	earthworms		laboratory	acute toxicity weight, SOD activity, growth and reproduction	Cotton	GK19 (Cry1Ac)	no choice ... non-Bt parent line, treated soil and sterile manure controls	... significant acute toxicity; average weight, numbers of cocoons and new offspring not significantly different	11
US	soil microbes			number of culturable bacteria carbon substrate utilization, total soil DNA		MON810 (Cry1Ab)	Bt and non-isoline	activity (substrate metabolism) and structure of microbial communities, lignin content	122
Switzerland	soil meso- and macrofauna	<i>Collembola</i> <i>Acari</i> and		number of organisms		MON810 (Cry1...), MON880 (Cry3Bb1)	Bt and non-isoline	corn varieties had impact on soil fauna community	123

Ref.: Carpenter, 2011.

Faune du sol: des exemples de la littérature

- Décomposeurs (Insectes Collemboles, vers de terre...)

Ex: Emmerling C, Strunk H, Schobinger U & Schrader S. 2011. Fragmentation of **Cry1ab** protein from Bt-maize (mon810) through the gut of the earthworm species **Lumbricus terrestris** L. *European Journal of Soil Biology*, 47, 160-164.

*"It is concluded that detritivorous earthworms **accelerate the fragmentation of Cry1Ab protein** from MON810 maize litter."*

- Ou, indirectement, la décomposition elle-même

Ex: Lehman RM, Osborne SL, Prischmann-Voldseth DA & Rosentrater KA. 2010. Insect-damaged corn stalks decompose at **rates similar** to Bt-protected, non-damaged corn stalks. *Plant and Soil*, 333, 481-490.

Faune du sol: des exemples de la littérature

- Nématodes du sol

Ex: Karuri HW, Amata R, Amugune N & Waturu C. 2010. Occurrence and distribution of soil nematodes in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production areas of Kenya. *African Journal of Agricultural Research*, 5, 1889-1896.

Qui sont les ONC ?

(Organismes Non-Cibles, NTO en anglais)

Faune du sol

Organismes aquatiques

Arthropodes non-cibles

- Saprophytes
- Ravageurs non ciblés par la ou les toxines
- Ennemis naturels des ravageurs
- Pollinisateurs et consommateurs de pollen
- Indicateurs de qualité de l'environnement

Organismes aquatiques : un exemple

Ex: Rosi-Marshall EJ, Tank JL, Royer TV, Whiles MR, Evans-White M, Chambers C, Griffiths NA, Pokelsek J & Stephen ML. 2007. Toxins in transgenic crop byproducts **may affect headwater stream ecosystems**. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, 16204-16208.

*“We show that corn byproducts, such as **pollen** and **detritus**, enter headwater streams and are subject to storage, **consumption**, and transport to downstream water bodies. Laboratory feeding trials showed that consumption of Bt corn byproducts **reduced growth and increased mortality of nontarget stream insects**. Stream insects are important prey for aquatic and riparian predators, and widespread planting of Bt crops has **unexpected** ecosystem-scale **consequences**.”*

Qui sont les ONC ?

(Organismes Non-Cibles, NTO en anglais)

Faune du sol

Organismes aquatiques

Arthropodes non-cibles

- Saprophytes
- Ravageurs non ciblés par la ou les toxines
- Ennemis naturels des ravageurs
- Pollinisateurs et consommateurs de pollen
- Indicateurs de qualité de l'environnement

Qui sont les ONC ?

(Organismes Non-Cibles, NTO en anglais)

Faune du sol

Organismes aquatiques

Arthropodes non-cibles

- **Saprophytes**
- Ravageurs non ciblés par la ou les toxines
- Ennemis naturels des ravageurs
- Pollinisateurs et consommateurs de pollen
- Indicateurs de qualité de l'environnement

Saprophytes: exemple de la littérature

Ex: Knecht S & Nentwig W. 2010. Effect of Bt maize on the reproduction and development of saprophagous diptera over multiple generations. *Basic and Applied Ecology*, 11, 346-353.

«Bt maize on *Drosophila melanogaster* and *Megaselia scalaris*, representatives of two saprophagous dipteran families (Drosophilidae, Phoridae). »

“... the differences were not consistent and did not indicate any negative effects of Bt proteins. We conclude that *D. melanogaster* and *M. scalaris* larvae are not affected in the long term when feeding and developing on decaying Cry1Ab and Cry3Bb1 maize leaves.”

Qui sont les ONC ?

(Organismes Non-Cibles, NTO en anglais)

Faune du sol

Organismes aquatiques

Arthropodes non-cibles

- Saprophytes
- Ravageurs non ciblés par la ou les toxines
- Ennemis naturels des ravageurs
- Pollinisateurs et consommateurs de pollen
- Indicateurs de qualité de l'environnement

Evaluation des effets

Deux approches possibles:

Approche “Biodiversité”

- Mesurer ‘tout’, e.g. toute la faune des Arthropodes du système de culture dans la région

Approche par groupe fonctionnel

- Tester des espèces individuellement
- Tester des processus écologiques lorsque des connaissances sur les espèces manquent

Complexité d'un réseau alimentaire

Réseau alimentaire (exemple: cotonnier)

Culture

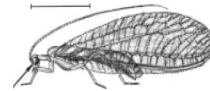


Culture + herbivores

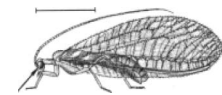
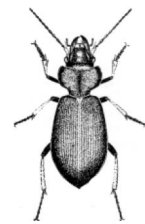
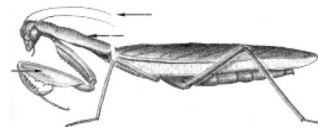
(incluant les pollinisateurs, les microorganismes ravageurs, la faune du sol et les vecteurs)



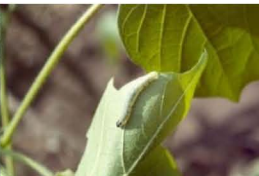
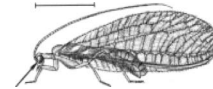
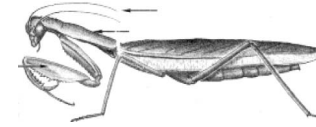
Culture + herbivores + parasitoïdes/parasites/prédateurs
(insectes, champignons, bactéries, acariens, autres)



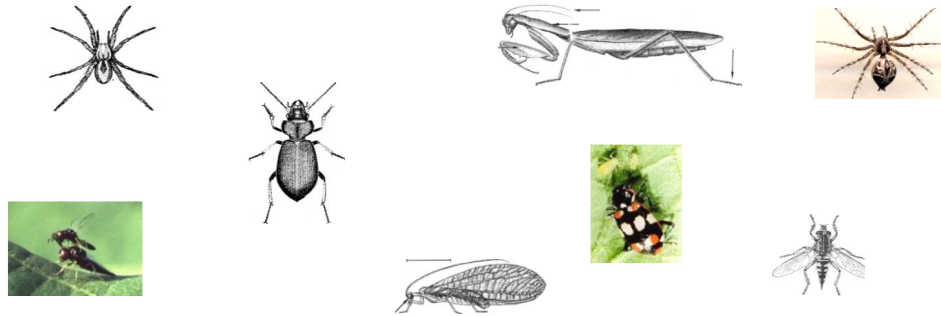
Culture + herbivores + parasitoïdes/parasites/prédateurs + hyperparasitoïdes



Représentation globale des relations trophiques



Avec la faune et flore du sol



Modifications de certaines relations trophiques

??



Approche “Biodiversité”

Complexe faunistique

Indices de diversité

* Indice de Shannon

Rappel: Quels effets sur les ONC ?

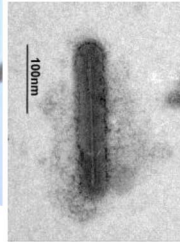
Approche par les “Groupes fonctionnels”

Qu'est-ce qu'un groupe
fonctionnel?

Groupe fonctionnel:

Un groupe d'organismes qui assurent la même **même fonction écologique**, e.g. au niveau de l'alimentation, de son impact sur l'écosystème, de la fonction de contrôle (régulation)

Fonction écologique: contrôle biologique



Groupe fonctionnel: Prédateurs

Groupe fonctionnel: Prédateurs

Exemples: cotonnier Bt

Au dessus du sol, avant la récolte

Herbivores

En particulier: capsules vertes,
fleurs, feuilles, racines, pollen,
nectar

Pollinisateurs

Visiteurs de fleurs: e.g. abeilles

Compétiteurs de plantes

Mauvaises herbes
Pathogènes

Vecteurs de maladies

Pucerons (virus)

Ex.: Groupe fonctionnel: Ravageurs

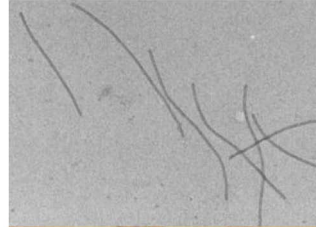
Arthropodes vivant au dessus du sol



Mauvaises herbes



Microorganismes



Autres invertébrés



Ravageurs sur le sol



Vertébrés



Exemples : cotonnier Bt

En dessous du sol/ Avant la récolte

Herbivores et symbiotiques

En particulier: capsules vertes, fleurs, feuilles, racines, pollen, nectar

Décomposeurs

Macro- méso- et micro-organismes

Recycleurs de Nutriments

Mauvaises herbes
Pathogènes

Promoteurs de croissance des plantes

Mycorrhizes (rhizobactéries)

Au dessous du sol/ Post-récolte

Organismes agissant au niveau des décomposeurs

Macro- méso- and micro-organismes

Prédateurs et parasitoïdes

Prédateurs:

- Ont des proies favorites et alternatives
- Taux de prédation variables: un individu peut manger de nombreuses proies, ou peu
- Activité et capacité de recherche variable: entre “attendre” et “rechercher et détruire” (la proie)

Parasitoïdes:

- Spécificité de l’hôte, en général une ou deux espèces, occasionnellement plus
- Relation intime avec l’hôte (dans oeuf ou le corps ou sur celui-ci)
- En général un individu (ou un lot d’éclosion) tue un hôte
- Bonne capacité de recherche des adultes

Parasitoïdes et parasites

Parasitoïdes:

- Spécificité de l'hôte, en général une ou deux espèces, occasionnellement plus
- Relation intime avec l'hôte (dans oeuf ou le corps ou sur celui-ci)
- En général un individu (ou un lot d'éclosion) tue un hôte
- Bonne capacité de recherche des adultes

Parasites:

- Relation intime avec l'hôte (dans oeuf ou le corps ou sur celui-ci)
- Ne tuent pas leur hôte mais peuvent affecter son fonctionnement
- En général, non considérés comme des agents de lutte biologique efficaces
- En général, ne disposent pas de forme adulte libre

Parasitoïdes et pathogènes

Parasitoïdes:

- Spécificité de l'hôte, en général une ou deux espèces, occasionnellement plus
- Relation intime avec l'hôte (dans oeuf ou le corps ou sur celui-ci)
- En général un individu (ou un lot d'éclosion) tue un hôte
- Bonne capacité de recherche des adultes

Pathogènes:

- Certains sont spécifiques de l'hôte, d'autres ont un spectre d'hôtes large
- Relation intime avec l'hôte (dans oeuf ou le corps de celui-ci)
- Peuvent tuer leur hôte très rapidement ou très lentement, ou peuvent seulement affecter son fonctionnement
- Sont microscopiques, dépendant de vecteurs ou de l'environnement pour leur dispersion

Approche “Biodiversité”

Avantages

- Mesure directe de l'effet adverse
- Potentiellement complète
- Paraît compréhensible
- Peut être employée à des niveaux supérieurs d'évaluation (fin du processus)

Inconvénients

- La “Biodiversité” est difficile à mesurer
- Énorme variabilité: ‘bruit de fond’ dû à de nombreuses espèces rares, et des espèces de passage
- Doit être faite sur de larges étendues dans le champ
- Ne peut servir à mesurer le risque de façon précoce dans la procédure d'évaluation de la sûreté des OGM

Approche par les “Groupes fonctionnels”

Avantages

- Les espèces / les méthodologies peuvent être expérimentées au labo **et** au champ
- Peut être employé au début de la procédure d'évaluation
- Quelques méthodologies sont déjà disponibles à partir des tests écotoxicologiques

Inconvénients

- Demande une procédure de sélection rigoureuse pour ‘filtrer’ les espèces adéquates /procédure
- Demande des dispositifs expérimentaux soigneusement définis formulant clairement les hypothèses de risques (il est aisé d'employer de mauvaises méthodes)
- Ne mesure pas les effets au niveau des communautés

Conclusion:

Il est plus approprié d'employer l'approche par groupes fonctionnels basée sur les couples espèces / processus écologiques **au début du programme d'expérimentation**

L'approche 'biodiversité' peut compléter l'approche ci-dessus - si nécessaire – **à la fin du programme d'expérimentation**



**Quid des ravageurs du
cotonnier en Afrique ?**